

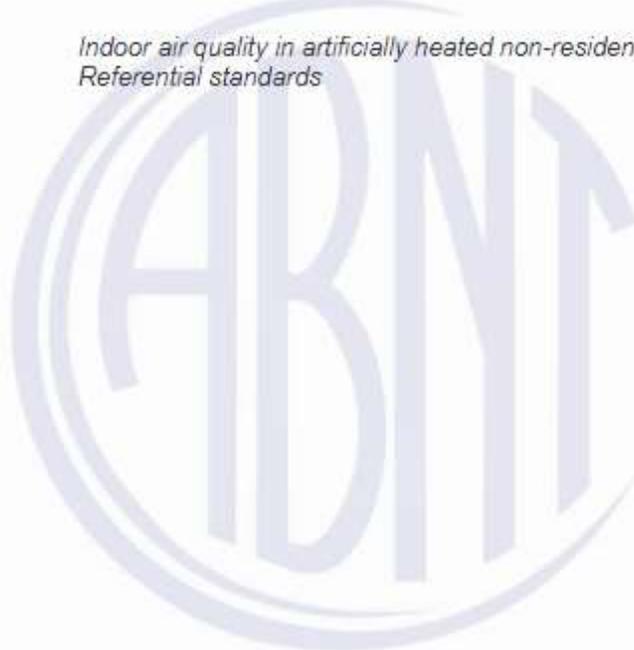
NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
17037

Primeira edição
25.04.2023

**Qualidade do ar interior em ambientes não
residenciais climatizados artificialmente —
Padrões referenciais**

*Indoor air quality in artificially heated non-residential environments —
Referential standards*



ICS 97.130.20

ISBN 978-85-07-09598-9



Número de referência
ABNT NBR 17037:2023
18 páginas



© ABNT 2023

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 3974-2346
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos e definições	1
4 Requisitos gerais	4
4.1 Os poluentes do ambiente interior	4
4.1.1 Poluentes decorrentes da presença das pessoas	4
4.1.2 Poluentes originados e dispersos no ambiente	4
4.1.3 Poluentes provenientes do ar exterior	5
4.2 O sistema de condicionamento de ar	5
4.2.1 Condicionadores e dutos	5
4.2.2 Torres de resfriamento	5
5 Padrões referenciais	6
5.1 Padrões referenciais para poluição biológica	6
5.2 Padrões referenciais para poluentes químicos e físicos	8
5.2.1 Dióxido de carbono	8
5.2.2 Partículas em suspensão PM ₁₀ e PM _{2,5}	11
5.2.3 Temperatura, umidade relativa, velocidade do ar	11
6 Avaliação e controle de contaminantes	11
7 Plano de amostragem	12
7.1 Métodos de amostragem	13
7.1.1 Método analítico de amostragem e análise de bioaerossol em ambientes interiores	13
7.1.2 Procedimento laboratorial	14
7.2 Método de amostragem e análise da concentração de dióxido de carbono em ambientes interiores	14
7.3 Método de amostragem e determinação da temperatura, umidade e velocidade do ar em ambientes interiores	15
7.4 Método de amostragem e determinação da concentração de material particulado em ambientes interiores	15
8 Responsabilidade técnica	16
Anexo A (normativo) Especificações para instrumentos de medição	17
Bibliografia	18
Tabelas	
Tabela 1 – Possíveis fontes de poluentes biológicos	7
Tabela 2 – Possíveis fontes de poluentes químicos e físicos	8
Tabela 3 – Número mínimo de amostras por área construída	13
Tabela A.1 – Especificação para instrumentos por parâmetros	17

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 17037 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABNT/CB-055), pela Comissão de Estudo de Sistemas centrais de condicionamento de ar e ventilação comercial e industrial (CE-055:002.003). O 1º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 03, de 15.03.2022 a 13.04.2022. O 2º Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 11, de 09.11.2022 a 08.12.2022.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 17037 é o seguinte:

Scope

This Standard establishes the reference standards for Indoor Air Quality in non-residential environments that are artificially climatized, with regard to the definition of maximum levels for biological, chemical and physical parameters of indoor air, the identification of polluting sources of biological, chemical and physical nature, analytical methods and recommendations for control.

This Standard applies to existing artificially climatized non-residential environments and those to be installed. Also, to air-conditioned environments for restricted use, with special requirements, such as those that requires production processes, health service establishments and others, specific rules and regulations apply, without prejudice to the guidelines of this Standard to internal air quality management program implementation.

Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente — Padrões referenciais

1 Escopo

Esta Norma estabelece os padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente e os valores máximos para contaminações biológicas e químicas e parâmetros físicos do ar interior relacionados às fontes contaminantes de naturezas biológica, química e física.

Esta Norma apresenta os métodos analíticos para realizar avaliações e recomendações para o controle e para a implementação de um programa de gestão da qualidade do ar interno.

Esta Norma se aplica aos ambientes não residenciais climatizados artificialmente já existentes e aqueles a serem instalados, e para os ambientes climatizados de uso restrito, com requisitos especiais, como os que atendem a processos produtivos, estabelecimentos de serviços de saúde e outros.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 12085, *Agentes químicos no ar — Coleta de aerodispersóides por filtração — Método de ensaio*

ABNT NBR 13971, *Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento — Manutenção programada*

ABNT NBR 16401-3, *Instalações de condicionamento de ar — Sistemas centrais e unitários — Parte 3: Qualidade do ar interior*

ABNT NBR 16824, *Sistemas de distribuição de água em edificações — Prevenção de legionelose — Princípios gerais e orientações*

ABNT NBR ISO IEC 17025, *Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração*

ISO 16000-40, *Indoor air — Part 40: Indoor air quality management system*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

aerossol

aerodispersóide

conjunto de partículas suspensas no ar, que podem estar no estado sólido ou líquido

3.2

ambiente climatizado artificialmente

espaço fisicamente determinado e caracterizado por dimensões e instalações próprias, submetido ao processo de condicionamento de ar, por meio de equipamentos

3.3

ambiente de uso não residencial

espaço fisicamente determinado e utilizado por pessoas para finalidades que não caracterizam moradia

3.4

ambiente de uso residencial

construção única completa e independente que fornece ambientes para morar, dormir, cozinhar e uso sanitário para uma ou mais pessoas

3.5

bioaerossol

suspensão de microrganismos (organismos viáveis) dispersos no ar

3.6

biofilme

comunidades biológicas com um elevado grau de organização, onde as bactérias formam comunidades estruturadas, coordenadas e funcionais

3.7

condicionamento de ar

processo que tem como objetivo controlar parâmetros do ar na zona ocupada de um ambiente interior como temperatura, umidade, velocidade, vazão de ar de renovação, concentração de matéria em suspensão

NOTA Em certas aplicações controla também o nível de pressão interna do ambiente em relação aos ambientes vizinhos.

3.8

laboratório acreditado

laboratório reconhecido pela CGCRE/INMETRO¹⁾ ou por organismos de acreditação de outros países, quando houver acordo de reconhecimento mútuo ou de cooperação entre organismos

3.9

marcador epidemiológico

indicador que permite determinar a qualidade do ar ambiental

3.10

material particulado

PM

partículas em suspensão no ar ambiente, que podem estar no estado sólido ou líquido

3.11

material particulado PM₁₀

material particulado que atravessa um dispositivo seletivo com 50 % de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de partículas de 10 µm

¹⁾ Coordenação geral de acreditação

3.12**material particulado PM_{2,5}**

material particulado que atravessa um dispositivo seletivo com 50 % de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de partículas de 2,5 µm

3.13**material particulado PM₁**

material particulado que atravessa um dispositivo seletivo com 50 % de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de partículas de 1 µm

3.14**material particulado PM_x**

material particulado que atravessa um dispositivo seletivo com 50 % de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de partículas de x µm

3.15**padrão referencial de qualidade do ar interior**

marcador qualitativo e quantitativo de qualidade do ar ambiental interior, utilizado como sentinela para determinar a necessidade da busca das fontes poluentes ou das intervenções ambientais

3.16**qualidade do ar aceitável**

condições do ar em ambientes interiores livres de contaminantes em concentrações potencialmente perigosas à saúde dos ocupantes ou que apresentem um mínimo de 80 % dos ocupantes destes ambientes sem queixas ou sintomatologia de desconforto

3.17**qualidade do ar ambiental interior**

condição do ar resultante das suas características físicas, químicas e biológicas

3.18**sistema de climatização**

soma de todos os equipamentos de condicionamento de ar instalados em uma única edificação e razão social.

3.19**taxa de ocupação típica**

número de usuários no ambiente climatizado, considerando-se totalmente ocupados os postos de trabalho ou a lotação do ambiente

3.20**unidade formadora de colônia**

UFC

unidade de medida utilizada para estimar o número de colônias de bactérias e/ou fungos viáveis

3.21**valor máximo aceitável**

VMA

valor-limite indicativo de ambiente satisfatório para a ocupação de uso público e coletivo

3.22

zona ocupada

região de ambientes interiores ocupados por pessoas, onde os parâmetros que estabelecem a qualidade do ar interior são mantidos

NOTA Esta zona é estabelecida pelos limites entre o piso e a altura de 1,80 m e afastada mais de 0,3 m das paredes internas e mais de 1,0 m das paredes e janelas externas e dos componentes dos sistemas de condicionamento de ar.

4 Requisitos gerais

A qualidade do ar de interiores é função da qualidade do ar exterior e da presença e intensidade das fontes internas de poluentes e da capacidade do sistema de condicionamento de ar em manter a concentração destes poluentes em nível aceitável.

NOTA 1 Os parâmetros para poluentes definidos nesta Seção para a qualidade do ar se aplicam também a ambientes internos não climatizados.

NOTA 2 É importante atentar para o devido controle da higienização/manutenção adequada das superfícies (rígidas ou porosas) nas áreas internas do local em conformidade com os parâmetros e orientações das Normas e legislações locais vigentes e a referência bibliográfica [13].

NOTA 3 Na ausência de um plano de higienização e manutenção adequada, superfícies (rígidas ou porosas) de mobílias, livros, itens de decoração, cadeiras, tapetes, carpetes, paredes de gesso, entre outros podem ser importantes fontes de instalação e proliferação de vetores microbiológicos que afetam a qualidade do ar interior.

4.1 Os poluentes do ambiente interior

4.1.1 Poluentes decorrentes da presença das pessoas

Os poluentes decorrentes da presença das pessoas são:

- a) produtos do metabolismo – dióxido de carbono (CO₂), vapor de água, efluentes biológicos, compostos orgânicos voláteis;
- b) material particulado, escamas de pele, pêlos e cabelos;
- c) microrganismos liberados por tosse, espirros e/ou respiração.

4.1.2 Poluentes originados e dispersos no ambiente

Os poluentes originados e dispersos no ambiente são:

- a) particulados, poeiras, fibras desprendidas de móveis, forros ou revestimentos acústicos;
- b) superfícies e objetos contaminados com mofo, umidade, pó de traças e dejetos de ácaros acumulados em móveis, carpetes, cortinas sem manutenção adequada;
- c) compostos orgânicos voláteis, formaldeído, desprendidos de resinas, pinturas, vernizes, agentes químicos voláteis, *toners* de copiadora;
- d) a proliferação de microrganismos favorecida pela umidade relativa do ar ambiente elevada que pode produzir condensação de vapor d'água;
- e) umidade absorvida por paredes e lajes que favorece a proliferação de microrganismos;

- f) ozônio produzido por copiadoras e impressoras a *laser*;
- g) fumaça de tabaco.
- h) superfícies e objetos com elevada umidade residual em função de processos de manutenção, inundações, vazamentos e infiltrações, especialmente quando a origem da umidade estiver relacionada com uma fonte de água não potável.

4.1.3 Poluentes provenientes do ar exterior

Os poluentes provenientes do ar exterior são:

- a) poeiras e fuligem em suspensão, fumaça de chaminés;
- b) gases, produtos de combustão, veículos automotores;
- c) pólen de plantas;
- d) esporos de fungos, bactérias e plantas;
- e) microrganismos transportados por partículas.
- f) gás radônio, oriundo do solo, água subterrânea e/ou itens de revestimento ou decoração de origem mineral

4.2 O sistema de condicionamento de ar

Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes.

Este plano deve conter a identificação do estabelecimento que possui ambientes climatizados, a descrição das atividades a serem desenvolvidas, a periodicidade destas, as recomendações a serem adotadas em situações de falha do equipamento e de emergência, para segurança do sistema de climatização e outros de interesse, de acordo com a legislação brasileira em vigor e com a ABNT NBR 13971.

Atenção especial deve ser dada aos componentes citados em 4.2.1 e 4.2.2, como possíveis fontes poluentes no sistema de climatização.

4.2.1 Condicionadores e dutos

Os poluentes acumulados nas bandejas de água de condensação mal drenadas, nas superfícies molhadas, nas paredes com revestimentos porosos do condicionador e nos dutos, constituem material particulado e meio de cultura para microrganismos, que podem ser dispersos no ar ambiente pela insuflação.

4.2.2 Torres de resfriamento

Os reservatórios de água (bacias), os elementos de enchimento e os eliminadores de gotas de torres de resfriamento sem tratamento e manutenção formam depósitos de matéria orgânica, lodo, limo e algas, favoráveis à proliferação de microrganismos trazidos pelo ar ou a água de reposição. Estes microrganismos são arrastados no ar efluente, transportados em gotículas que, ao evaporar, as liberam no ar.

As torres de resfriamento se constituem, portanto, em fonte potencial de contaminação do ar interior quando o ar efluente contaminado é introduzido no sistema pela tomada de ar exterior e os microrganismos assim introduzidos, encontram no sistema um meio favorável à sua rápida proliferação.

Em particular, a contaminação do ambiente interior com a bactéria *Legionella*, que pode proliferar em torres de resfriamento sem tratamento e manutenção, se dá geralmente por esta via.

5 Padrões referenciais

5.1 Padrões referenciais para poluição biológica

É necessária a quantificação dos gêneros fúngicos, no ar exterior e interior, a fim de investigar possíveis fontes de poluição e disseminação de microrganismos. A concentração de fungos no ar do ambiente deve ser ≤ 750 UFC/m³ e relação I/E $\leq 1,5$ (sendo I e E a concentração de fungos no ar do ambiente interior e no ar exterior respectivamente).

Sempre que necessário, análises microbiológicas complementares ao plano de qualidade do ar interno devem ser solicitadas, conforme a seguir (não se limitando a estas):

- a) contaminação microbiológica em bandejas e serpentinas;

Não existe valor máximo aceitável (VMA) pré-determinado, para contaminação microbiológica em água e/ou biofilme de bandeja e serpentina, devendo ser observado o histórico de análise do local com presença de água.

- b) bactérias mesófilas.

A análise de bactérias é indicada para ambientes com características epidemiológicas diferenciadas, como estabelecimentos assistenciais de saúde, manuseio e produção de alimentos, entre outros.

O valor referencial para contagem total de bactérias no ar é de 500 UFC/m³, exceto em valores definidos em regulamentos específicos.

Para a prevenção de legionelose associada a sistemas de distribuição de água em edificação, consultar a ABNT NBR 16824.

Recomenda-se que sejam adotadas para fins de registro, com o propósito de avaliar e corrigir as situações encontradas, as possíveis fontes de poluentes informadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Possíveis fontes de poluentes biológicos

Agentes biológicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
Bactérias	Reservatórios com água estagnada, resfriamento evaporativo (torres de resfriamento, climatizadores), bandejas de condensado, desumificadores, condicionadores de ar e superfícies úmidas e quentes	<ul style="list-style-type: none"> — Realizar a limpeza e a conservação das torres de resfriamento; higienizar os reservatórios e as bandejas de condensado ou manter tratamento contínuo para eliminar as fontes; — Eliminar as infiltrações; higienizar as superfícies. — O aquecimento da água acima de 60 °C reduz o risco de crescimento de bactérias
Fungos	Ambientes úmidos e demais fontes de multiplicação fúngica, como materiais porosos orgânicos úmidos, forros, paredes e isolamentos úmidos; ar externo, interior de condicionadores e dutos sem manutenção, vasos de terra com plantas; mofo ou bolor.	<ul style="list-style-type: none"> — Substituir isolantes térmicos e acústicos contaminados; — Corrigir umidade relativa do ar; manter sob controle rígido vazamentos, infiltrações e condensação de água; — Higienizar os ambientes e componentes do sistema de climatização ou manter o tratamento contínuo para eliminar as fontes; — Eliminar materiais porosos contaminados; — Eliminar ou restringir vasos de planta com cultivo em terra, ou substituir pelo cultivo em água (hidroponia); — Tratamento do ar externo; — Superfícies úmidas devem ser secas em até 48 h.
Protozoários	Reservatórios de água contaminada, bandejas e umidificadores de condicionadores sem manutenção	<ul style="list-style-type: none"> — Higienizar o reservatório e manter tratamento contínuo para eliminar as fontes
Vírus	Hospedeiro humano	<ul style="list-style-type: none"> — O uso de máscaras e EPI; — A implantação de medidas de controle de engenharia como a filtragem e renovação de ar em taxas adequadas, quando em conjunto
Algas	Torres de resfriamento e bandejas de condensado	<ul style="list-style-type: none"> — Higienizar os reservatórios e bandejas de condensado e manter tratamento contínuo para eliminar as fontes
Pólen	Ar externo	<ul style="list-style-type: none"> — Manter a filtragem e o tratamento do ar externo de acordo com a ABNT NBR 16401
Artrópodes	Poeira caseira	<ul style="list-style-type: none"> — Estabelecer e implantar um plano de limpeza e higienização de superfícies, especialmente superfícies porosas, como estofados, poltronas, colchões, travesseiros, fibras e revestimentos, tapetes e carpetes. Quando mantidos de maneira inadequada estas superfícies se tornam potenciais fontes para a proliferação de vetores de contaminação microbiológica, como artrópodes (ácaros)
Animais	Roedores, morcegos e aves	<ul style="list-style-type: none"> — Restringir o acesso, controlar roedores, morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos, principalmente na captação de ar externo

5.2 Padrões referenciais para poluentes químicos e físicos

5.2.1 Dióxido de carbono

Valores máximos aceitáveis (VMA) para concentração de dióxido de carbono (CO₂) são descritos a seguir:

A concentração no ambiente climatizado/ventilado deve ser de até 700 ppm de dióxido de carbono (CO₂), acima da concentração medida no ar exterior, valor recomendado para conforto e bem-estar.

A produção de CO₂ pelas pessoas é proporcional à produção de bioefluentes geradores de odores. A sua concentração no ambiente é, portanto, uma indicação do nível de odores esperado; não é indicação sobre o nível de poluição química do ambiente.

O padrão referencial adotado nesta Norma para o CO₂ é a diferença entre sua concentração no ambiente e sua concentração no ar exterior de renovação como indicador da necessidade de insuflar ar externo capaz de manter no ambiente interno uma qualidade do ar com características aceitáveis, em termos de odores corporais, para pessoas não adaptadas (que acabam de entrar no recinto).

Por exemplo, a concentração de CO₂ no ar exterior é normalmente da ordem de 400 ppm, podendo alcançar valores maiores em áreas urbanas com tráfego intenso de veículos automotores ou outras fontes de combustão. Com a elevação admissível, acima do nível no ar exterior, de 700 ppm devida às fontes internas, a concentração de CO₂ no ambiente interior pode alcançar valores superiores a 1 100 ppm.

Concentrações superiores às estabelecidas em ambientes ocupados por pessoas devem ser investigadas, pois tendem a provocar certa sonolência e redução da produtividade.

Outros indicadores não citados nesta Norma podem ser encontrados na ABNT NBR 16401-3.

Tabela 2 – Possíveis fontes de poluentes químicos e físicos (continua)

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
Monóxido de carbono CO	Combustão (cigarros, queimadores de fogões e veículos automotores)	<ul style="list-style-type: none"> — Manter a captação de ar exterior com baixa concentração de poluentes; restringir as fontes de combustão; — Manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; — Eliminar a infiltração de CO proveniente de fontes externas; — Restringir o tabagismo em áreas fechadas
Dióxido de carbono CO ₂	Produtos de metabolismo humano e combustão	<ul style="list-style-type: none"> — Aumentar a renovação de ar externo; — Restringir as fontes de combustão e o tabagismo em áreas fechadas; — Eliminar a infiltração de fontes externas

Tabela 2 (continuação)

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
Dióxido de nitrogênio NO ₂	Combustão	<ul style="list-style-type: none"> — Restringir as fontes de combustão; — Manter a exaustão em áreas em que ocorre combustão; — Impedir a infiltração de NO₂ proveniente de fontes externas; — Restringir o tabagismo em áreas fechadas
Ozônio O ₃	Máquinas copiadoras e impressoras a <i>laser</i>	<ul style="list-style-type: none"> — Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores, com exaustão do ambiente ou enclausuramento em locais exclusivos para os equipamentos que apresentem capacidade de produção de O₃ que prejudiquem a saúde
Formaldeído	Materiais de acabamento, mobiliário, cola, produtos de limpeza domissanitários	<ul style="list-style-type: none"> — Selecionar os materiais de construção, acabamento e mobiliário que possuam ou emitam menos formaldeído; — Usar produtos domissanitários com baixa emissão de formaldeído e/ou aplicar tecnologias de absorção, adsorção e fotocatalise
Material particulado	Poeira e fibras	<ul style="list-style-type: none"> — Manter a filtragem de acordo com a ABNT NBR 16401-3; — Isolantes fibrosos devem possuir uma proteção mecânica em sua face de acabamento, impedindo o desprendimento de fibras orgânicas ou sintéticas para o ambiente climatizado; reduzir as fontes internas e externas; — Higienizar as superfícies fixas e os mobiliários com equipamentos e processos que retenham partículas pequenas (< PM₁₀). Evitar o uso de vassouras, escovas ou espanadores; selecionar os materiais de construção e acabamento de fácil higienização; — Adotar medidas específicas para reduzir a contaminação dos ambientes interiores (vide biológicos); — Restringir o tabagismo em áreas fechadas
Fumo de tabaco	Queima de cigarro, charuto, cachimbo etc.	<ul style="list-style-type: none"> — Aumentar a quantidade de ar externo admitido para renovação e/ou exaustão dos poluentes; — Restringir o tabagismo em áreas fechadas

Tabela 2 (conclusão)

Agentes químicos	Principais fontes em ambientes interiores	Principais medidas de correção em ambientes interiores
Compostos orgânicos voláteis COV ^a	Cera, mobiliário, produtos usados em limpeza e domissanitários, solventes, materiais de revestimento, tintas, cola etc.	<ul style="list-style-type: none"> — Selecionar os materiais de construção, acabamento, mobiliário; — usar produtos de limpeza e domissanitários que não contenham COV ou que não apresentem alta taxa de volatilização e toxicidade
Compostos orgânicos semivoláteis COS-V	Queima de combustão e utilização de pesticidas	<ul style="list-style-type: none"> — Eliminar a contaminação por fontes pesticidas, inseticidas e queima de combustíveis; — Manter a captação de ar exterior afastada de poluentes
Amônia NH ₃	Banheiros	<ul style="list-style-type: none"> — Limpeza dos banheiros e utilização de detectores para automação de mictórios e aplicar taxas adequadas de exaustão destes ambientes
Chumbo	Emissões fugitivas de manipulação de baterias	<ul style="list-style-type: none"> — Identificar a fonte emissora para controle
Radônio	Solo sob a edificação e materiais de construção	<ul style="list-style-type: none"> — Ventilação mecânica ou natural do ambiente; — Análise do gás radônio no ar; — Eliminar trincas, frestas ou rachaduras.
Amianto	O amianto é uma fibra mineral que ocorre na rocha e no solo, empregados em materiais de construção (telhas, teto e pisos, produtos de papel e produtos de fricção), produtos de fricção (embreagem do automóvel, freio e peças de transmissão), tecidos resistentes ao calor, embalagens, juntas e revestimentos. Alguns produtos de vermiculita ou talco podem conter amianto. Isolantes térmicos de telhados paredes e tubulações, telhas, reservatório de água, cimento, tintas e acabamentos de pisos e paredes.	<ul style="list-style-type: none"> — Evitar o uso de materiais que contenham amianto dentro do ambiente interno não são permitidos. Evitar esfregar, varrer, escovar, furar, danificar, quebrar, reformar materiais que contenham amianto; — Em caso de necessidade, chamar profissional especializado em remediação de amianto; — Fazer avaliação do ar; — Quando da realização de reformas em ambientes onde haja produtos compostos de amianto, medidas preventivas devem ser tomadas pelo responsável técnico da instalação e/ou serviço. <p>Fonte: https://www.epa.gov/asbestos</p>

^a Em ambientes condicionados em locais de abastecimento e armazenamento de combustíveis, deve-se atentar para as concentrações de benzeno, tolueno e xileno (BTX).

NOTA 1 Os poluentes indicados são aqueles de maior ocorrência nos ambientes de interior, de efeitos conhecidos na saúde humana e de mais fácil detecção pela estrutura laboratorial existente no país.

NOTA 2 Eventuais condições particulares com indícios de fontes de poluentes não abrangidos por esta Tabela, cabe ao responsável técnico da instalação e/ou propriedade tomar as medidas preventivas e corretivas necessárias para adequação de suas instalações.

5.2.2 Partículas em suspensão PM₁₀ e PM_{2,5}

A concentração média em 24 h de material particulado PM₁₀ é limitada a 50 µg/m³ e de material particulado PM_{2,5} a 25 µg/m³ no ar, como indicador adequado da qualidade do ar e limpeza do ambiente climatizado.

NOTA Os valores-limites são objeto de avaliação por organismos nacionais internacionais relacionados a qualidade do ar interior.

A concentração de material particulado em medições instantâneas acima dos limites referidos indica a necessidade de novas medições ou diagnósticos de fontes poluentes para intervenção corretiva.

5.2.3 Temperatura, umidade relativa, velocidade do ar

Os valores para os parâmetros físicos de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar nos ambientes internos são:

- a) Velocidade do ar: ≤ 0,20 m/s;
- b) Temperatura de bulbo seco do ar: 21 °C a 26 °C
- c) umidade relativa do ar: 35 % a 65 % (faixa recomendável).

6 Avaliação e controle de contaminantes

6.1 A avaliação e o controle da qualidade do ar interior devem seguir métodos referenciados ou equivalentes técnica e legalmente, além dos requisitos mínimos para monitoramento tanto por amostradores ou por medição direta de forma contínua ou em intervalos específicos em função do método e do agente contaminante. As medições e coletas devem ser realizadas com equipamentos e amostradores calibrados em laboratório acreditado assim como os processos de análise química e biológica devem ser realizados por laboratório próprio, conveniado ou subcontratado desde que acreditado conforme a ABNT NBR ISO IEC 17025.

6.2 Os instrumentos, sensores, transdutores, sistemas de medição e equipamentos devem ser verificados e ajustados periodicamente com uso de padrões rastreáveis por laboratórios acreditados. Em caso de avaliações ou medições pontuais, o valor máximo aceitável dos padrões referenciais não pode ser excedido.

6.3 Os padrões referenciais adotados complementam as medidas básicas definidas [2] para efeito de reconhecimento, avaliação e controle da qualidade do ar interior nos ambientes climatizados, podendo, então, assim, subsidiar as decisões do responsável técnico pelo gerenciamento do sistema de climatização quanto à definição de periodicidade dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema.

6.4 Caso a avaliação dos parâmetros referenciais apresentados em 5.1, 5.2 e 5.3, especialmente os poluentes biológicos, venham a ser identificados em não conformidade com os valores máximos aceitáveis (VMA), o profissional habilitado, designado pelo proprietário, locatário ou preposto da edificação deve identificar as fontes poluentes e implementar o tratamento adequado, buscando comprovar a eficácia da ação realizada por novas análises laboratoriais e/ou medições continuadas.

6.5 A presença de fungos patogênicos e toxigênicos, quando identificados, deve ser avaliada em relação ao seu risco, perfil de ocupação das pessoas e fatores ambientais, não se limitando a estes, ver referência bibliográfica [9].

6.6 A avaliação realizada deve ser desenvolvida de modo a encontrar a causa-raiz para presença de fungos patogênicos e toxigênicos, elaborar um plano de eliminação, controle ou mitigação e comprovar a eficácia das ações tomadas. O proprietário, locatário ou preposto pela edificação deve designar o responsável técnico legalmente habilitado para implementar as ações necessárias, exercendo assim, responsabilidade solidária.

6.7 Em complemento às análises da qualidade do ar, e, para atender o cumprimento no disposto nesta Norma, deve ser elaborado um programa de gestão da qualidade do ar interno conforme a ISO 16000-40, incluindo um plano de inspeção visual do ambiente e do sistema de climatização com elaboração de relatório técnico e/ou fotográfico, bem como questionário de avaliação sugerido na ABNT NBR 16401-3 para verificar o nível de satisfação dos usuários, e um plano de ação para a eliminação, controle e mitigação das não conformidades. Este procedimento deve ser feito por profissional capacitado na área de qualidade do ar de interiores.

6.8 A decisão de amostrar contaminante de ar específicos, por exemplo, tipo de partículas, incluindo materiais fibrosos artificiais e amianto, também compostos orgânicos voláteis ou COV, incluindo ainda formaldeído ou gases inorgânicos, como radônio, CO, O₃, SO₂ ou NO₂, agente biológico, entre outros, deve ser realizada, em complemento ao programa de gestão da qualidade do ar interno, e após a elaboração do inventário situacional das instalações, equipamentos e análise do ar dos ambientes climatizados da organização/propriedade. O contaminante do ar a ser amostrado deve ser considerado como causa altamente provável dos efeitos adversos à saúde experimentados pelos usuários da edificação e ter uma fonte de emissão antes que a amostragem real seja realizada.

6.9 Novas tecnologias de controle de contaminantes podem ser utilizadas se comprovadamente seguras e eficientes, desde que ensaiadas quanto à sua eficácia e segurança. A aplicação das novas tecnologias deve ocorrer de comum acordo firmado entre o profissional responsável técnico da instalação e seus respectivos proprietários, locatários ou prepostos.

6.10 As tecnologias utilizadas para eliminação, controle e mitigação de agentes contaminantes devem ser ensaiadas quanto à sua eficácia e segurança e sua documentação comprobatória deve passar a fazer parte integrante tanto do PMOC como do programa de gerenciamento de qualidade o ar interno, sendo atualizada sempre que houver alteração da tecnologia utilizada.

6.11 Tecnologias de monitoramento em tempo real e constante dos parâmetros normativos e marcadores de qualidade do ar interior podem ser utilizadas desde que de comum acordo firmado entre o profissional responsável técnico da instalação e seus proprietários, locatários ou prepostos.

6.12 Os proprietários, locatários ou prepostos de propriedades com ambientes internos climatizados que optarem, de comum acordo com seus respectivos responsáveis técnicos, pela utilização de tecnologias de monitoramento em tempo real e constante dos parâmetros de qualidade do ar interno, não podem considerar essas tecnologias substitutivas às análises oficiais previstas na legislação vigente.

7 Plano de amostragem

O plano de amostragem para fins de avaliação e monitoração do ar interior dos ambientes não residenciais climatizados artificialmente deve adotar os seguintes procedimentos:

- a) selecionar no mínimo uma amostra de ar exterior localizada fora da estrutura predial na altura de 1,5 m do nível da rua, sendo local próximo da entrada de ar exterior do sistema de climatização;
- b) medições devem ser realizadas longe de fontes poluentes externas, como depósito de resíduos, automóveis, jardins com terra, obras, fontes de combustão, entre outros;

- c) realizar no mínimo uma amostra de ar externo no período (manhã, tarde ou noite), devido as variações climáticas e ambientais durante o dia;
- d) as amostras de ar interno devem coincidir com o período de tomada da amostra de ar externo;
- e) definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e a razão social, atendendo a Tabela 3;

Tabela 3 – Número mínimo de amostras por área construída

Área construída (m ²)	Número mínimo de amostras
Até 1 000	1
1 000 a 2 000	3
2 000 a 3 000	5
3 000 a 5 000	8
5 000 a 10 000	12
10 000 a 15 000	15
15 000 a 20 000	18
20 000 a 30 000	21
Acima de 30 000	25

- f) as unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, como serviço de saúde, áreas de processo, restaurantes, creches, salões de beleza, *petshops*, e outros, devem ser avaliados com amostras tomadas isoladamente e adicionalmente;
- g) os pontos amostrais devem ser distribuídos uniformemente e coletados com os equipamentos localizados na altura de 1,5 m do piso, nas áreas de maior ocupação, medidas no centro do ambiente e com registro fotográfico de cada local;
- h) as medições devem ser realizadas longe de fontes poluentes internas, como processos de limpeza, pessoas, obras, entre outras inclusive o operador dos equipamentos de medição;
- i) registrar a quantidade de pessoas nos ambientes e desenvolver o monitoramento e análise da qualidade do ar quando o ambiente apresentar taxa de ocupação típica;
- j) durante o procedimento de análise e amostragem, o equipamento de condicionamento de ar deve estar operando em condições normais de uso, no que diz respeito à sua configuração e vazão de ar.

7.1 Métodos de amostragem

7.1.1 Método analítico de amostragem e análise de bioaerossol em ambientes interiores

O objetivo deste método é a pesquisa, a monitoração e o controle da possível colonização, multiplicação e disseminação de fungos no ar do ambiente interior, conforme informações a seguir:

- a) **Aplicabilidade:** Ambientes interiores não residenciais climatizados, destinados a ocupações comuns (não especiais);

- b) **Marcador epidemiológico:** Fungos viáveis e bactérias mesófilas;
- c) **Método de amostragem:** Amostrador de ar por impactação com acelerador linear;
- d) **Periodicidade:** No mínimo semestral, em casos específicos podem ser reduzidos;
- e) **Amostrador de 1 estágio:** Por impactação com acelerador linear;

NOTA Em casos específicos, podem ser utilizados 2 ou 6 estágios.

f) **Meio de cultivo:**

- Fungos — Ágar extrato de malte, ágar sabouraud dextrose a 4 %, ágar batata dextrose ou outro, desde que cientificamente validado;
- Bactérias — Ágar tripticase de soja (TSA) para bactérias mesófilas ou outro, desde que cientificamente validado, ver referência bibliográfica [6].

- g) **vazão de ar na coleta da amostra:** $28,3 \pm 2,8$ L/min;
- h) **tempo de amostragem:** de 5 min a 15 min, dependendo das especificações do amostrador;
- i) **embalagem e transporte:** Rotina de preservação da amostra com nível de biossegurança 2 (recipiente lacrado, devidamente identificado com símbolo de risco biológico);

NOTA Em áreas altamente contaminadas, pode ser recomendável uma amostragem com tempo e volume menores.

7.1.2 Procedimento laboratorial

O método de cultivo, quantificação e tempo de incubação é de:

- Bactérias: 48 h a $35 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$;
- Fungos: 7 dias a $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$.

NOTA O tempo para quantificação das bactérias e fungos pode ser reduzido, caso seja observado um elevado crescimento, comprometendo o método de contagem, ver referência bibliográfica [1].

7.2 Método de amostragem e análise da concentração de dióxido de carbono em ambientes interiores

O objetivo deste método é a monitoração da concentração interna do dióxido de carbono, possibilitando avaliar fontes deste poluente e verificar a eficiência do processo de diluição viabilizado pela renovação de ar em ambientes climatizados conforme informações a seguir:

Marcador: Dióxido de carbono (CO_2);

Método de amostragem: Equipamento de leitura direta;

Periodicidade: No mínimo semestral, em casos específicos (locais com densidade ocupacional superiores a $0,5$ pessoa/ m^2) podem ser reduzidos;

Amostrador: Leitura direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica;

7.3 Método de amostragem e determinação da temperatura, umidade e velocidade do ar em ambientes interiores

7.3.1 O objetivo deste método é a pesquisa e monitoramento de parâmetros do ar em ambientes interiores climatizados artificialmente:

a) **Marcadores:**

- Temperatura de bulbo seco do ar (°C);
- Umidade relativa (%) ou temperatura de bulbo úmido do ar (°C);
- Velocidade do ar (m/s).

b) **Método de amostragem:** Equipamentos de leitura direta: termo-higrômetro e termo anemômetro.

7.3.2 Ficha técnica dos amostradores:

a) **Amostrador:** Leitura direta – termo-higrômetro;

b) **Princípio de operação:**

- Sensor de temperatura do tipo termo resistência;
- Sensor de umidade do tipo capacitivo ou por condutividade elétrica.

7.4 Método de amostragem e determinação da concentração de material particulado em ambientes interiores

7.4.1 O objetivo deste método é a pesquisa e monitoração da concentração de material particulado PM₁₀ e PM_{2,5} em ambientes interiores climatizados.

a) **Marcador:** Medição da concentração de material particulado PM₁₀ e PM_{2,5};

b) **Método de amostragem:** Coleta de material particulado por filtragem ou medição direta.

7.4.2 Ficha técnica do amostrador

7.4.2.1 Método gravimétrico

A realização da análise de partículas respiráveis no ar deve estar em conformidade com a ABNT NBR 12085 e as seguintes referências bibliográficas [7], [8] e/ou legislação vigente.

O tempo de duração da coleta de cada amostra de ar deve ser o necessário para amostrar um volume de ar adequado e obter a quantidade de material particulado dentro da faixa de trabalho do método de análise a ser utilizado, ver referência bibliográfica [11].

7.4.2.2 Método de leitura direta

A análise de material particulado PM_{2,5} e PM₁₀ deve ser realizada utilizando-se equipamentos de espalhamento óptico que atendam aos requisitos listados a seguir:

a) princípio de operação;

O ar é introduzido dentro de uma câmara de detecção por amostragem ativa e/ou passiva. O equipamento utiliza um diodo de *laser* como fonte de luz que é emitida sobre a amostra dentro

da câmara de detecção. O fóton, ao incidir sobre uma partícula, tem sua trajetória desviada ocasionando o fenômeno de espalhamento óptico. Em função da intensidade e ângulo de incidência observado para o fóton após o fenômeno de espalhamento, é possível quantificar-se partículas de diferentes diâmetros (tamanhos). O detector de fotodiodo converte o sinal óptico em pulso elétrico registrando um "evento" que é quantificado. A quantidade de "eventos" registrados durante o período de amostragem para um ângulo de espalhamento específico é convertida em concentração de material particulado na amostra. Resultados para medição de material particulado são registrados em tempo real.

- b) possuir calibração válida realizada por laboratório terceiro e/ou fabricante do equipamento em conformidade à ISO 21501-4 e/ou método compatível à especificação do equipamento;
- c) apresentar resultados na unidade de medida $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Equipamentos que apresentam os resultados em número de partículas não são aceitos;
- d) possuir faixa de medição entre $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mínima).

8 Responsabilidade técnica

8.1 Os proprietários, locatários e prepostos de estabelecimentos com ambientes ou conjunto de ambientes dotados de sistemas de climatização devem manter um profissional habilitado com as seguintes atribuições:

- a) implementar, capacitar, operacionalizar e gerenciar, conjuntamente com o(s) representante(s) dos proprietários, locatários ou prepostos o programa de gestão qualidade do ar interior conforme ISO 16000-40;
- b) providenciar a avaliação biológica, química e física das condições do ar interior dos ambientes climatizados;
- c) promover a correção das condições encontradas, quando necessária, para que estas atendam ao estabelecido na Seção 5;
- d) manter disponível o registro das avaliações e correções realizadas;
- e) divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas.

8.2 Em relação aos procedimentos de amostragem, as medições e análises laboratoriais devem ser realizadas por profissional habilitado.

NOTA O profissional que tenha competência legal para exercer as atividades descritas, habilitação na área de química e na área de biologia conforme legislação vigente é um exemplo de profissional habilitado.

8.3 As análises laboratoriais e sua responsabilidade técnica para controle da qualidade do ar interno de ambientes climatizados artificialmente devem ser desvinculadas das atividades de limpeza, manutenção e comercialização de produtos que possam ter impactos na qualidade do ar interno à edificação.

8.4 Devem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de sistema de gestão da qualidade para este fim, conforme os requisitos especificados na ABNT NBR ISO/IEC 17025 e acreditados por órgão oficial.

Anexo A (normativo)

Especificações para instrumentos de medição

A.1 As especificações para instrumentos de medição devem estar em conformidade com a Tabela A.1.

Tabela A.1 – Especificação para instrumentos por parâmetros

Grupo de contaminantes	Parâmetro	Unidade	Especificação mínima do instrumento			
			Método de medição	Sensibilidade	Exatidão	Frequência da calibração
Microbiológicos	Fungos	UFC/m ³	-	-	-	semestral
Físico/Químicos	Dióxido de carbono (CO ₂)	ppm	absorção de espectro infravermelho (NDIR)	1 ppm	50 ppm + 2 % VM	anual
	Material particulado (PM _x)	µg/m ³	dispersão laser	0,1	15 %	anual
	Temperatura de bulbo seco	°C	Medidor de temperatura	0,1 °C	0,5 °C	anual
	Umidade relativa	%	Termo-higrômetro	1 %	5 %	anual
	Velocidade do ar	m/s	Termo-anemômetro	0,01 m/s	0,1 m/s + 3 % VM	anual
VM Valor medido. NOTA 1 Especificação mínima do instrumento de amostragem e ensaio para contaminantes microbiológicos conforme 7.1.1, com exatidão mínima de 5 % do valor de vazão medido. NOTA 2 Para ensaios de gravimetria na medição de PM _x , a sensibilidade mínima da balança utilizada é de 0,001 mg. NOTA 3 Métodos de medição alternativos podem ser utilizados, desde que validados por laboratório acreditado, conforme a ABNT NBR ISO IEC 17025. NOTA 4 A sensibilidade dos instrumentos pode ser maior que a mínima indicada. NOTA 5 Os instrumentos podem ser mais exatos do que a indicação mínima desta Tabela. NOTA 6 A frequência de calibração indicada é a mínima, ou seja, de acordo com a necessidade, os equipamentos podem ser calibrados com frequência maior que a indicada.						

Bibliografia

- [1] *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23th ed. e The United States Pharmacopeia". USP, 43 ed., NF 38, 2020 e ISO 16000-17:2008(E).*
- [2] *Portaria GM/MS n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998*
- [3] *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 62 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 2001*
- [4] *Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Conama 491 de 19 de novembro de 2018.*
- [5] *Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária*
- [6] *NIOSH 0800 (NMAM, 1998), Bioaerosol sampling (Indoor Air) Culturable organisms: bacteria, fungi, thermophilic actinomycetes;*
- [7] *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 0500 Particulates Not Otherwise Regulated, Total*
- [8] *NIOSH Manual Of Analytical Methods (NMAM), 0600 Particulates not otherwise regulated, respirable*
- [9] *PORTARIA GM/MS Nº 3.398, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021, Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde, Classificação de risco dos agentes biológicos – 3. ed. – Brasília Ministério da Saúde, 2017. 48 p. January 1998*
- [10] *Ministério do trabalho – NR-15, Atividades e operações insalubres*
- [11] *FUNDACENTRO NHO 08 Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho – 2009*
- [12] *ASHRAE 62.1, Ventilation for acceptable indoor air quality*
- [13] *Guia Oficial ABRITAC*